

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 7-60556

(43) Date of Publication of Application: March 7, 1995

(54) [Title of the Invention]

COMPOSITE PART OF METAL AND SYNTHETIC RESIN

(57) [Abstract]

[Purpose] To increase a bonding strength between an inner surface of a stop recessed groove 6 and an outer surface of a spacer 7.

[Constitution] When a rolling bearing is used, a steel-made outer ring 4 is internally fitted and fixed to an aluminum alloy-made housing through a synthetic resin-made spacer 7. The presence of the synthetic resin-made spacer 7 having a large linear expansion coefficient prevents the spacer 7 from being crept to the housing, regardless of temperature increase. Between the stop recessed groove 6 and the spacer 7, an intermediate layer 10 for improving a bonding strength between 6 and 7 is provided.

[Claim]

1. A composite part of a metal and a synthetic resin, comprising a metal-made inner part, a synthetic resin-made outer part provided at an outer periphery side of the inner part, and an intermediate layer provided between the outer part and the inner part, the intermediate layer being a phosphate chemical conversion treatment coating layer or a low temperature sulfiding coating layer.

[0044]

Next, the influence that the kind of treatment applied to the outer peripheral surface of the boss 16 affects the bonding strength between the boss and the synthetic resin portion was examined. The treatments shown in (1) to (11) below was applied to the outer peripheral surface of the boss 16 to which Roulette processing of a depth of 1.0 mm was applied in a mere circular ring state as shown in Fig. 8(A), and nylon 46 was injection-molded to the outer peripheral portion of the boss 16 by an injection mold as shown in Fig. 7. A resin temperature at the injection molding was 310°C, a mold temperature was 140°C, an injection time was 2.2 seconds, a holding pressure was 130 MPa, and a cooling time was 20 seconds.

[0045]

- (1) Non-treatment**
- (2) Silane-coupling treatment**
- (3) Shot blast**
- (4) Shot blast, and then silane-coupling treatment**
- (5) Treatment coating layer formation of 1 μm by manganese phosphate chemical conversion treatment**
- (6) Treatment coating layer formation of 12 μm by manganese phosphate chemical conversion treatment**
- (7) Treatment coating layer formation of 5 μm by manganese phosphate chemical conversion treatment**
- (8) Treatment coating layer formation of 5 μm by manganese phosphate chemical conversion treatment, and then silane-coupling treatment**

(9) Treatment coating layer formation of 5 μm by zinc phosphate chemical conversion treatment

(10) Treatment coating layer formation of 2 μm by manganese phosphate chemical conversion treatment

(11) Treatment coating layer formation of 10 μm by manganese phosphate chemical conversion treatment

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-60556

(43) 公開日 平成7年(1995)3月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 P 11/00		7528-3C		
15/14		7528-3C		

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-235861

(22) 出願日 平成5年(1993)8月30日

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 横内 敦

神奈川県横浜市戸塚区原宿町923

(72) 発明者 金野 大

神奈川県藤沢市藤が岡2-14-15-402

(72) 発明者 高城 敏己

神奈川県藤沢市藤が岡2丁目14-15-403

(72) 発明者 植木 史雄

神奈川県茅ヶ崎市共恵1-8-3

(72) 発明者 川池 祐次

群馬県前橋市前箱田町2-17-1

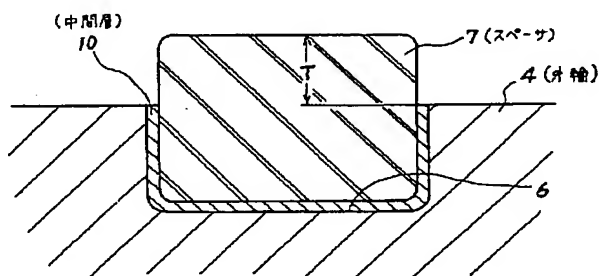
(74) 代理人 弁理士 小山 欽造 (外1名)

(54) 【発明の名称】 金属と合成樹脂との複合部品

(57) 【要約】

【目的】 係止凹溝6の内面とスペーサ7の外面との結合強度を大きくする。

【構成】 転がり軸受の使用時、鋼製の外輪4を、合成樹脂製のスペーサ7を介して、アルミニウム合金製のハウジングに内嵌固定する。線膨張率の大きな合成樹脂製のスペーサ7の存在により、温度上昇に拘らず、上記スペーサ7がハウジングに対しクリープする事を防止する。係止凹溝6とスペーサ7との間には、両者6、7の結合強度を向上させる為の中間層10を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属製の内側部品と、この内側部品の外周側に設けられた合成樹脂製の外側部品と、この外側部品と上記内側部品との間に設けられた中間層とから成り、この中間層は磷酸塩化成処理皮膜又は低温浸硫化処理皮膜である金属と合成樹脂との複合部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この考案に係る金属と合成樹脂との複合部品は、例えばクリーブを防止する転がり軸受として、例えば自動車用発電機、或は自動車空調機用コンプレッサ等を構成するアルミニウム合金製のハウジングの内側に鋼製の回転軸を回転自在に支持する為に使用する。更には自動車、農機、建設機械等に使用される電動式パワーステアリング用合成樹脂製ギヤにも適用できる。

【0002】

【従来の技術】 コンプレッサ等のハウジングは、軽量化と放熱性の向上とを図る為、アルミニウム合金により造られる。これに対して、このハウジングの内側に回転軸を支持する為の転がり軸受の構成部品は、強度確保の為に鋼（軸受鋼）により造る。転がり軸受を使用して、ハウジングの内側に回転軸を支持する場合、転がり軸受の外輪をハウジングに内嵌固定し、同じく内輪を回転軸に外嵌固定する。

【0003】 ところで、発電機やコンプレッサは、運転時に温度上昇するが、ハウジングを構成するアルミニウム合金の線膨張係数（熱膨張率）は、外輪を構成する鋼の線膨張係数よりも大きい。この為、何らの対策も施さないと、温度上昇時にはハウジングの内側に外輪を保持する力が低下若しくは喪失してしまう。この結果、上記回転軸の回転に伴って上記外輪がハウジングの内側で回転する、所謂クリーブが発生し、上記ハウジングの内周面及び外輪の外周面が摩耗する。そして、この様な原因による摩耗が進行すると、上記ハウジングの内側で外輪ががたつき、上記発電機等の運転時に異音や振動が発生する。

【0004】 この様な不都合を解消する為に従来から、図 2 に示す様なクリーブを防止する転がり軸受が使用されている。この転がり軸受は、通常の転がり軸受と同様に、外周面に内輪軌道 1 を有する内輪 2 と、内周面に外輪軌道 3 を有する外輪 4 と、上記内輪軌道 1 と外輪軌道 3 との間に転動自在に設けられた複数の転動体（玉）5、5 とから成る。この転動体 5、5 は保持器 8 に設けたポケット 9 の内側に、円周方向に互いに隔てられた状態で、転動自在に保持されている。

【0005】 更に、上記外輪 4 がハウジングに対しクリーブするのを防止すべく、上記外輪 4 の外周面には、図 3 に詳示する様に、1 本乃至複数本（図示の例では 2 本）の係止凹溝 6、6 を、上記外周面の全周に亘って形

成している。そして、これら各係止凹溝 6、6 に、合成樹脂製のスペーサ 7、7 の内周側部分を係止している。これら各スペーサ 7、7 の外周側部分は、上記外輪 4 の外周面からその全周に亘り突出している。

【0006】 上述の様に構成されるクリーブを防止する転がり軸受は、上記外輪 4 をアルミニウム合金製のハウジングの内側に、上記合成樹脂製のスペーサ 7、7 を介して内嵌固定する。内嵌固定した状態で、上記外輪 4 の外周面とハウジングの内周面との間には、常温時から隙間が介在する。

【0007】 発電機等の運転に伴って上記外輪 4 並びにハウジングの温度が上昇すると、上記隙間の寸法が大きくなる。但し、上記スペーサ 7、7 を構成する合成樹脂の線膨張率は、上記ハウジングを構成するアルミニウム合金の線膨張率よりも大きい為、上記隙間寸法の増大に拘らず、上記外輪 4 をハウジングの内側にしっかりと固定し、この外輪 4 がハウジングに対しクリーブする事を防止する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上述の様に構成され作用する従来のクリーブを防止する転がり軸受の場合には、スペーサ 7、7 の外面と係止凹溝 6、6 の内面との結合性が不十分で、これに伴って次の①～③に示す様な不都合を生じる。

【0009】 ①スペーサ 7、7 は、上記係止凹溝 6、6 部分に射出成形した後、その外径面を研削する事で所望の外径寸法に整えるが、この際、上記各スペーサ 7、7 が外輪 4 に対し滑り動いてしまう。この結果、上記各スペーサ 7、7 の外径寸法を厳密に規制できなくなって、ハウジングに対するスペーサ 7、7 の嵌合強度にばらつきを生じる。この為、転がり軸受の組み付け後に、各スペーサ 7、7 とハウジングとの間に滑りが発生し易くなる。

【0010】 ②外周面にスペーサ 7、7 を係止した外輪 4 をハウジング内に押し込む際、これらスペーサ 7、7 が係止凹溝 6、6 から脱落し易い。

【0011】 ③ハウジングへの組み付け後、回転軸を回転させる使用時に、外輪 4 とスペーサ 7、7 との間に滑りが発生し易い。例えば、各スペーサ 7、7 を構成する合成樹脂中には、低温時に内径方向の残留応力が働いているが、転がり軸受を高温下で使用した場合には、この残留応力が緩和する。この結果、上記各スペーサ 7、7 の内周面と上記各係止凹溝 6、6 の底面との間に働く摩擦力が低下して、上述の様な滑りが発生する。又、合成樹脂としてナイロン樹脂を使用した場合には、ナイロン樹脂が大気中の水蒸気を吸収し膨潤する事で、常温での使用状態に於いても、同様の滑りが発生する。

【0012】 この為に従来から、係止凹溝 6、6 の断面形状を、前記図 3 に示した様な単なる矩形から、図 4 に示す様な異形断面、或は図 5 に示す様なあり溝状にする

3

事で、スペーサ 7、7 (図 2) の外面と係止凹溝 6、6 の内面との接触面積を増やし、各スペーサ 7、7 が外輪 4 に対し滑りにくくしたり (図 4 の場合)、或は各スペーサ 7、7 が係止凹溝 6、6 から抜け出にくく (図 5 の場合) していた。ところが、このような係止凹溝 6、6 の形状変更は、滑り防止効果が不完全で、根本的な解決策にならないだけでなく、係止凹溝 6、6 の加工作業が面倒になって製作費を高くする原因となる等の問題がある。

【0013】同様の問題が、例えば電動式パワーステアリング装置に組み込まれるウォームホイールにもある。即ち、電動式パワーステアリング装置は、図 6 に示す様に、電動モータ 11 の回転駆動力を、ウォーム 12、ウォームホイール 13 を介して、ステアリングシャフト 14 に伝達する様に構成している。この内のウォームホイール 13 は、金属製のボスの周囲に合成樹脂をモールドする事により構成している。

【0014】即ち、図 7 に示す様に、射出成型型のキャビティ 15 の中央部に金属製のボス 16 をコアピン 17 により支持した状態で、上記キャビティ 15 内に合成樹脂を注入固化させる。注入する合成樹脂としては、ナイロン 6 樹脂を使用し、金属製のボス 16 を有する合成樹脂製のウォームホイール 13 としている。上記合成樹脂としては、上記ナイロン 6 の他、ナイロン 66 やこれらにガラス繊維を含有させたものが使用される。

【0015】この様なウォームホイール 13 の場合、金属製のボス 16 の外周面と上記合成樹脂部分の内周面との間にずれを生じない事が、上記電動式パワーステアリング装置の機能上必要である。ところが、従来の場合、上記両周面同士は特に結合されておらず、単に摩擦力のみで回転力の伝達を行なう様にしていた為、長期間に互る使用に伴ってこれら両周面同士の間に滑りが生じ、トルクの伝達効率が低下すると言った問題が生じる。

【0016】本発明の金属と合成樹脂との複合部品は、上述の様な事情に鑑みて発明したものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の金属と合成樹脂との複合部品は、金属製の内側部品と、この内側部品の外周側に設けられた合成樹脂製の外側部品と、この外側部品と上記内側部品との間に設けられた中間層とから成る。そして、この中間層は磷酸塩化成処理皮膜又は低温浸硫化処理皮膜である。

【0018】

【作用】上述の様に構成される本発明の金属と合成樹脂との複合部品は、中間層を設ける事により、外側部品と内側部品との結合力が高くなり、これら両部品同士の間に滑りが生じにくくなる。

【0019】

【実施例】先ず、本発明の第一実施例として、クリープを防止する転がり軸受に本発明を適用した場合に就いて

4

説明する。本発明のクリープを防止する転がり軸受は、前述した従来のクリープを防止した転がり軸受と同様、図 2 に示す様に、外周面に内輪軌道 1 を有する内輪 2 と、内周面に外輪軌道 3 を有する外輪 4 と、上記内輪軌道 1 と外輪軌道 3 との間に転動自在に設けられた複数の転動体 5、5 と、上記外輪 4 の外周面にその全周に互って形成された係止凹溝 6、6 と、それぞれの内周側部分をこの係止凹溝 6、6 に係止された状態で、それぞれの外周側部分を上記外輪 4 の外周面からその全周に互って突出させた合成樹脂製のスペーサ 7、7 とを備えている。尚、上記各係止凹溝 6、6 の隅部には、各係止凹溝 6、6 に係止されたスペーサ 7、7 の割れを防止する為、曲率半径が 0.1mm 以上の湾曲部を形成している。

【0020】特に、本発明のクリープを防止する転がり軸受に於いては、図 1 に示す様に、上記係止凹溝 6 の内面に、磷酸塩化成処理皮膜又は低温浸硫化処理皮膜である中間層 10 を形成し、上記スペーサ 7 を構成する合成樹脂を、この中間層 10 に対し結合した事の特徴としている。

【0021】尚、上記磷酸塩化成処理皮膜としては、磷酸マンガン化成処理皮膜、磷酸亜鉛化成処理皮膜、磷酸亜鉛カルシウム化成処理皮膜などが、好ましく利用できる。又、上記低温浸硫化処理皮膜としては、低温浸硫化処理によって得られる硫化鉄皮膜が、好ましく利用できる。

【0022】上述の様に構成される、本発明の実施例であるクリープを防止する転がり軸受の基本的作用、即ち、線膨張率の大きな合成樹脂製のスペーサ 7 により、温度上昇時に鋼製の外輪 4 がアルミニウム合金製のハウジングの内側で回転する事を防止する作用は、前述した従来のクリープを防止する転がり軸受と同様である。

【0023】特に、本発明の実施例であるクリープを防止する転がり軸受の場合には、中間層 10 を設ける事により、上記スペーサ 7 の外面と係止凹溝 6 の内面との結合性が向上する。この結果、このスペーサ 7 が外輪に対し回転したり、或はスペーサ 7 が係止凹溝 6 から脱落する事がなくなる。

【0024】即ち、磷酸塩化成処理皮膜又は低温浸硫化処理皮膜である中間層 10 は、鋼製の外輪 4 に対して強固に結合するだけでなく、この中間層 10 とスペーサ 7 との結合力も著しく増大する。尚、中間層 10 とスペーサ 7 との結合力が増大するのは、次の (1) ~ (3) の理由による。

【0025】(1) 上記中間層 10 の表面には多数の微細な凹凸が存在する為、中間層 10 とスペーサ 7 を構成する合成樹脂との接触面積が増大する。

(2) 上記凹凸と合成樹脂との噛み合いに基づくアンカー効果により、スペーサ 7 が中間層 10 に対し固着される。

(3) 中間層 10 を構成する皮膜とスペーサ 7 を構成する

合成樹脂との双方が有する極性基の相互作用により、スペーサ7が中間層10に対し固着される。特に、磷酸塩化成処理皮膜が有する水酸基(—OH)と、ナイロン等のポリアミド系樹脂が有するアミド基(—NHCO—)、或はポリブチレンテレフタレート等のポリエステル系樹脂が有するエステル基(—COO—)とは水素結合により強く結合するので、これらを組み合わせる事に*

*より、上記スペーサ7と外輪4との結合力が著しく高められる。

【0026】本発明の効果を確認する為、本発明者が行った実験の結果を下表に示す。

【0027】

【表1】

	中間層	合成樹脂	凹溝形状	起動トルク (Kgf・cm)
実施例1	磷酸マンガン化成処理皮膜	ナイロン11	図3	5.5
実施例2	磷酸亜鉛化成処理皮膜	ナイロン11	図3	5.0
実施例3	磷酸亜鉛カルシウム化成処理皮膜	ナイロン11	図3	5.0
実施例4	低温浸硫化鉄処理皮膜	ナイロン11	図3	5.0
実施例5	磷酸マンガン化成処理皮膜	ポリブチレン テレフタレート	図3	5.2
比較例1	なし	ナイロン11	図3	2.0
比較例2	なし	ナイロン11	図4	3.0

【0028】この表中、中間層の欄は、係止凹溝6の内側面に形成した中間層10の種類を、合成樹脂の欄はスペーサ7を構成する合成樹脂の種類を、凹溝形状の欄は、上記係止凹溝6の断面形状を示した図面番号を、それぞれ表している。又、起動トルクの欄は、係止凹溝6に係止されたスペーサ7を外輪4に対し摺動させる場合に於ける起動トルクの大きさを表している。この起動トルクが大きいほど、上記スペーサ7と外輪4との結合力が大きく、良質のクリープを防止した転がり軸受を得られる。このことから、本発明により、良質のクリープを防止した転がり軸受を得られる事が解る。尚、上記表に記載しなかった実験条件は次の通りである。

【0029】A. 外輪及び係止溝

外輪の直径(外径) 35mm
外輪の幅 11mm
係止溝の幅 2.2mm
係止溝の深さ 0.7mm

【0030】B. 中間層10の形成条件

(1) 磷酸塩化成処理皮膜の中間層10を形成する場合
次の行程により中間層10を形成した。予め係止凹溝6を形成した熱処理済の外輪4を、50～60℃のアルカリ水溶液(日本パーカーライジング社製の『FC-4360』)中で10分間洗浄した後水洗する→30～40

℃に加温した日本パーカーライジング(株)製の表面調整液(アレバレンVM。但し、この他にも、アレバレンZ系、フィクソジン5N-5等も適宜使用できる。)中に60秒間浸漬する→化成処理液に浸漬する→水洗する
化成処理液の種類、処理液温度、処理時間は、次の通りである。

a. 中間層が磷酸マンガン化成処理皮膜の場合

処理液の種類 日本パーカーライジング(株)製の『バルホスM1A』(商品名)
処理液温度 95℃
処理時間 10分

b. 中間層が磷酸亜鉛化成処理皮膜の場合

処理液の種類 日本パーカーライジング(株)製の『バルボンドL47』(商品名)
処理液温度 55℃
処理時間 5分

c. 中間層が磷酸亜鉛カルシウム化成処理皮膜の場合

処理液の種類 日本パーカーライジング(株)製の『フェリコート7』(商品名)
処理液温度 80℃
処理時間 5分

【0031】(2) 浸硫化処理皮膜の中間層10を形成する場合

予め係止凹溝 6 を形成した、熱処理済の外輪 4 を脱脂した後、190℃に加温した硫黄を含むアルカリ熔融塩中に 10 分間浸漬し、上記外輪 6 の表面に硫化鉄の拡散層を形成した（コーベット処理）。尚、実験は、係止凹溝 6 とスペーサ 7 との結合強度を求める為に行なったのであり、係止凹溝 6 の内面に中間層 10 が形成されれば、実験の目的を達成できる為、外輪 4 の表面全体に中間層 10 を形成した。実際の場合には、図 1 に示す様に、係止凹溝 6 の内面のみに中間層 10 を形成すれば足りるが、中間層 10 が磷酸塩皮膜や浸硫化処理皮膜の場合には、皮膜自体が優れた潤滑特性を有する為、皮膜形成時にマスキングを行なう事なく、表面全体に中間層 10 を形成しても良い。

【0032】C. スペーサ 7 の成形条件

スペーサ 7 は、上記表に記載した合成樹脂を、係止凹溝 6 部分に射出成形する事により成形した。中間層 10 を設ける場合には、中間層 10 の形成作業の後、射出成形を行なった。成形後にスペーサ 7 が外輪 4 の外周面から突出する寸法 T は 10 μm とした。射出成形時の条件は、合成樹脂がナイロン 11 の場合には、樹脂温度を 220℃、金型温度を 80℃、射出時間を 1.0 秒、射出圧を 130 MPa、冷却時間を 20 秒とした。又、合成樹脂がポリブチレンテレフタレートの場合には、樹脂温度を 255℃とし、その他の条件は上記ナイロン 11 の場合と同じとした。

【0033】尚、中間層 10 の厚さ寸法は設計的に定めるが、厚さ寸法が大きくなり過ぎると、この中間層 10 の強度が低下し、前記係止凹溝 6 とスペーサ 7 との結合強度が不足して、このスペーサ 7 が外輪 4 に対し回転する恐れがある。又、上記厚さ寸法が小さすぎると、中間層 10 を構成する皮膜が不均一になり易く、やはり上記係止凹溝 6 とスペーサ 7 との結合強度が不足して、このスペーサ 7 が外輪 4 に対し回転する恐れがある。これらの事を考慮した場合、上記中間層 10 の厚さ寸法は、中間層 10 を構成する皮膜が磷酸塩化成処理皮膜である場合で 1~10 μm（更に好ましくは 3~8 μm）、低温浸硫化処理皮膜である場合で 3~15 μm（更に好ましくは 5~10 μm）とする。各皮膜の厚さ寸法は、処理液の組成や処理液への浸漬時間により調節する。

【0034】次に、本発明を電動式パワーステアリング装置用ウォームホイールに適用した第二実施例に就いて説明する。まず、ウォームホイール 13（図 6）を構成するボス 16 を、炭素鋼（S20C）により、図 8

(A) に示す様な円環状に形成した。このボス 16 の外周面には、同図 (B) に示す様にローレット加工を施しても良い。又、このボス 16 の形状としては、図 10~12 に示す様な形状も採用できる。この内、図 10 に示したものは外周面に 1 本の突条 18 を形成したもの、図 11 に示したものは 1 本の凹溝 19 を形成したもの、図 12 に示したものは 2 本の凹溝 19、19 を形成したも

のである。尚、各凹溝 19、19 の隅角部は適宜の曲率半径で湾曲させる。又、各凹溝 19、19 の断面形状は、台形、あり溝状でも良い。更に、ボス 16 の外周面にローレット加工を施したり、或は軸方向に互る 1 乃至複数本の溝を設け（スプラインを含む）て、回転トルクを支承させる事もできる。

【0035】先ず、図 8 (A) に示す様な単なる円環状で、外周面に深さ 1.0 mm のローレット加工を施したボス 16 の外周面に、次の行程で磷酸マンガン化成処理を施した。ボス 16 をアルカリ洗浄（50~60℃で 10 分間）→水洗→表面調整液（日本パーカーライジング（株）製のプレパレン VM、プレパレン Z 系、フィキンジン 5N-5 の中から選択）中に 60 秒間浸漬→95℃の化成処理液（日本パーカーライジング（株）製のバルホス M1A）中に 5 分間浸漬→水洗

【0036】この様な行程により、外周面に磷酸マンガン化成処理皮膜を形成したボス 16 を、図 7 に示す様な状態で射出成型内にセットし、キャビティ 15 内にナイロン 46（日本合成ゴム（株）製の TW300）を注入して、上記ボス 16 の周囲に合成樹脂を固着した。射出成形時の金型温度は 120℃、樹脂温度は 315℃、射出圧力は 110 MPa とした。

【0037】この様にしてボス 16 の周囲に固着された合成樹脂の外周面に、切削加工により歯を形成し、電動式パワーステアリング装置に使用するウォームホイール 13 とした。この様にして得られたウォームホイール 13 は、耐熱性、耐油性に優れ、長期間に亘る使用によっても、金属製のボス 16 の外周面と合成樹脂部分の内周面との間に滑りを生じなかった。尚、上記キャビティ 15 として歯形状を有するものを採用すれば、上記切削加工は不要になる。

【0038】次に、上記ウォームホイール 13 を構成する合成樹脂の種類、ボス 16 の外周面に施す処理の種類がこのボスと合成樹脂部分との結合強度に及ぼす影響を調べる為、本発明者が行なった実験に就いて説明する。

【0039】先ず、最適な合成樹脂の種類を決定する為、射出成形用ナイロン系合成樹脂として、ナイロン 6（東レ（株）製のアミラン CM1017）、ナイロン 66（宇部興産（株）製の宇部ナイロン 2020U50）、芳香族ナイロン（BASF 社製のウルトラミッド T KR4350）、ナイロン 46（日本合成ゴム（株）製の TW300）を用意した。更に、比較用のナイロンとして、日本ポリベンコ（株）製の“MC”ナイロン MC901 を用意した。

【0040】これらの材料に就いて、射出成形時の残留応力に基づく破壊しにくさと、耐熱性、耐油性、高温での機械特性を評価する為、引っ張り試験用ダンベル試験片（JIS1 号型試験片）を作成した。この試験片は、“MC”ナイロンに就いては切削加工により作成し、他

の射出成形用ナイロン系合成樹脂に就いては射出成形により作成した。この様にして得られた各試験片に就いて、島津製作所(株)製のオートグラフによる引っ張り試験を行なった。試験は、材料を絶乾状態とし、室温下*

*(23℃)で行なった。この引っ張り試験の結果を下表に示す。

【0041】

【表2】

材 料	引 張 強 度 [MPa]	引張降伏延び [%]	引張弾性率 [GPa]
ナイロン46	103	15	3.2
ナイロン6	83	4.2	3.0
ナイロン66	85	6.0	3.1
芳香族ナイロン	94	4.5	3.0

【0042】射出成形用ナイロン系合成樹脂の成形収縮による歪みは約2%であり、この歪みは金属製のボス16外周面部分に接線方向の応力として働く事が知られている。そして、この応力の大きさは、成形時の応力緩和を無視して考えた場合には、凡そ60MPa(=引っ張り弾性率×歪み)になる。従って、射出成形に伴って破壊されにくいウォームホイール13を得る為には、引っ張り強度が大きく、且つ、引っ張り降伏伸びの大きな材料が好ましい。上記表の記載から、ナイロン46がこれらの条件を満たす事が解る。

【0043】次に、上記各材料の引っ張り強度と温度との関係を図14(A)に、各材料を120℃の空气中に放置した場合に引っ張り強度が変化する程度を同図

(B)に、各材料を120℃のグリース(共同油脂(株)製のマルテンブ)中に放置した場合に引っ張り強度が変化する程度を同図(C)に、それぞれ示した。

尚、○はナイロン46を、△はナイロン6を、□はナイロン66を、×は芳香族ナイロンを、◎はMCナイロンを、それぞれ表している。この図14の記載からも、ナイロン46が、耐熱性、耐久性、耐油性を要求されるウォームホイール用の材料として適当である事が解る。

【0044】次に、ボス16の外周面に施す処理の種類がこのボスと合成樹脂部分との結合強度に及ぼす影響を調べた。先ず、図8(A)に示す様な単なる円環状で、外周面に深さ1.0mmのローレット加工を施したボス16の外周面に、下記の(1)～(11)に示した処理を施し、更にこのボス16の外周側部分に、前記図7に示す様な射出成形型によって、ナイロン46を射出成形した。射出成形時の樹脂温度は310℃、金型温度は140℃、射出時間は2.2秒、保圧は130MPa、冷却時間は20秒とした。

【0045】(1) 未処理

(2) シランカップリング処理

(3) ショットブラスト

(4) ショットブラスト後、シランカップリング処理

(5) 磷酸マンガン化成処理により1μmの処理皮膜形成

(6) 磷酸マンガン化成処理により12μmの処理皮膜形成

(7) 磷酸マンガン化成処理により5μmの処理皮膜形成

(8) 磷酸マンガン化成処理により5μmの処理皮膜形成後、シランカップリング処理

(9) 磷酸亜鉛化成処理により5μmの処理皮膜形成

(10) 磷酸マンガン化成処理により2μmの処理皮膜形成

(11) 磷酸マンガン化成処理により10μmの処理皮膜形成

【0046】上述の様な表面処理を施し、外周側にナイロン46を射出成形した後、金属製のボス16の外周面とナイロン46製のウォームホイール13の内周面との固着力を、図9に示す様な試験装置により測定した。この試験装置は、上記ウォームホイール13の下面を支持する受台20と、上記ボス16の上面を押圧する押圧片21とから成る。上記受台20の内径は、ウォームホイール13の内径よりも大きく、且つ外径よりも小さい。又、上記押圧片21の外径は、上記ボス16の内径よりも大きく、外径よりも小さい。

【0047】この様な試験装置を使用して、上記押圧片21から上記ボス部16に、スラスト方向の荷重を加える事で、このボス部16を上記ウォームホイール13に対して軸方向にずらせ、加える加重の大きさと軸方向に互るずれ量(変位)との関係を測定した。この結果を図13に曲線(1)～(11)で示す。各曲線の符号は、前記処理方法を示した符号に対応する。この図13の記載から明らかな通り、ボス部16の外周面に、適当な厚さ(2～10μm、更に好ましくは3～7μm)の化成処理皮膜を形成すれば、上記ボス部16とウォームホイール13との結合力が高くなる事が解る。

【0048】化成処理皮膜を形成する事により、結合力が高くなる理由は、前述した第一実施例の場合と同様に考えられる。尚、皮膜厚さが2μm未満の場合には、ボス部16の外周面全体を皮膜によって覆う事が困難になり、ミクロ的に見た場合に皮膜が存在しない部分が生じて、上記ボス部16とウォームホイール13との結合強

11

度が弱くなる。反対に、皮膜厚さが $10\mu\text{m}$ を越えた場合には、それ自体は強度が弱い皮膜が、剪断方向の力によって破壊し易くなって、やはり上記結合強度が弱くなる。

【0049】尚、上記ウォームホイール13を構成する為の合成樹脂としては、上記ナイロン46にガラス繊維やウスカを添加したものも、好ましく利用できる。使用するウスカの例としては、大塚化学(株)製のチタン酸カリウムウスカである『ティスモ』、或は四国化成工業(株)製のほう酸アルミニウムウスカである『アルボレックス』等が使用可能である。

【0050】又、本発明は、以上に述べた第一、第二実施例の様に、クリープを防止する転がり軸受、或は電動式パワーステアリング用ウォームホイールの他、中央部に金属製のハブを有する合成樹脂製のプーリ等、他の複合部品にも適用できる。

【0051】

【発明の効果】本発明の金属と合成樹脂との複合部品は、以上に述べた通り構成され作用するが、金属製の内側部品と合成樹脂製の外側部品との結合強度の向上により、両部品同士がずれ動く事を防止できる為、複合部品を組み込んだ各種機械装置の信頼性向上を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例を示す、図2のA部に相当する拡大断面図。

【図2】本発明の対象となるクリープを防止した転がり軸受の部分断面図。

【図3】係止凹溝の断面形状の第1例を示す、外輪の断面図。

【図4】同第2例を示す外輪の断面図。

【図5】同第3例を示す外輪の断面図。

【図6】電動式パワーステアリング装置の要部斜視図。

【図7】合成樹脂製のウォームホイールを形成する為の射出成型型の断面図。

【図8】ボスの第1例を示しており、(A)は端面図、

12

(B)は(A)の側方から見た図。

【図9】結合強度を測定する為の試験装置を示す縦断面図。

【図10】ボスの第2例を示しており、(A)は端面図、(B)は断面図。

【図11】ボスの第3例を示しており、(A)は端面図、(B)は断面図。

【図12】ボスの第4例を示しており、(A)は端面図、(B)は断面図。

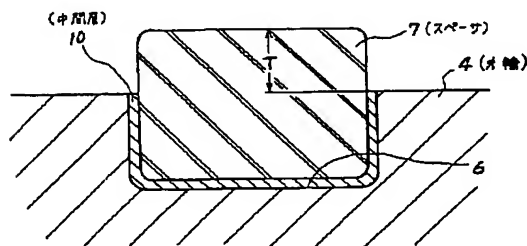
10 【図13】結合強度を測定した試験結果を表す線図。

【図14】材料の種類が引張り強度に及ぼす影響を表した線図である。

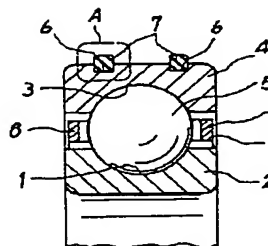
【符号の説明】

- 1 内輪軌道
- 2 内輪
- 3 外輪軌道
- 4 外輪
- 5 転動体(玉)
- 6 係止凹溝
- 7 スペーサ
- 8 保持器
- 9 ポケット
- 10 中間層
- 11 電動モータ
- 12 ウォーム
- 13 ウォームホイール
- 14 ステアリングシャフト
- 15 キャビティ
- 16 ボス
- 30 17 コアピン
- 18 突条
- 19 凹溝
- 20 受台
- 21 押圧片

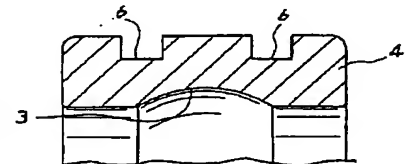
【図1】



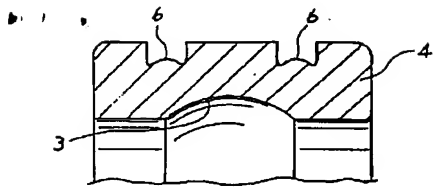
【図2】



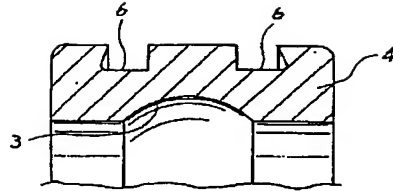
【図3】



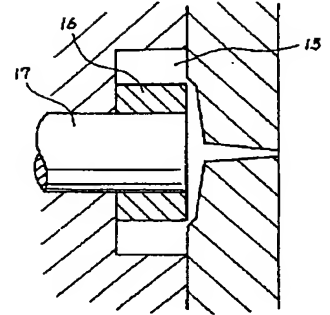
【図4】



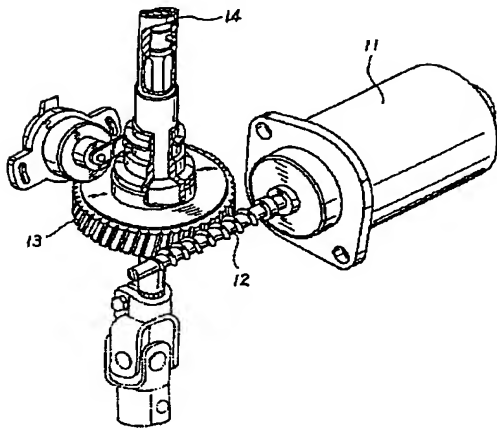
【図5】



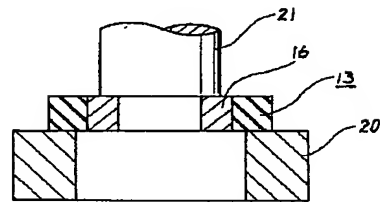
【図7】



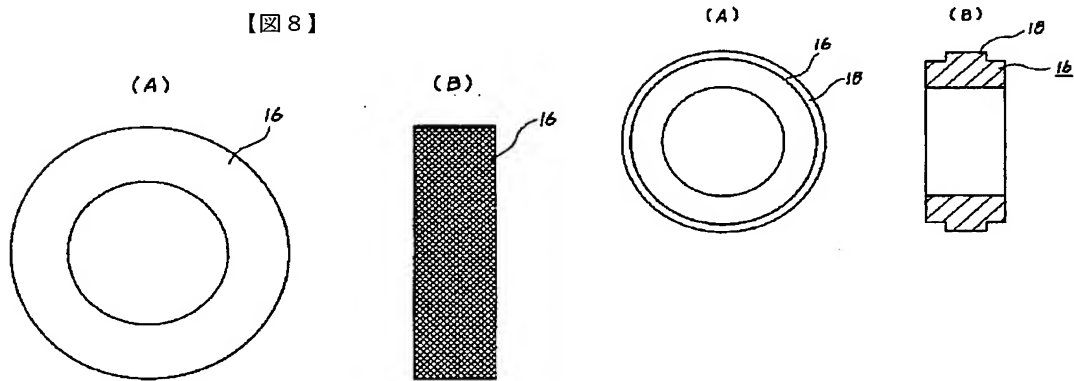
【図6】



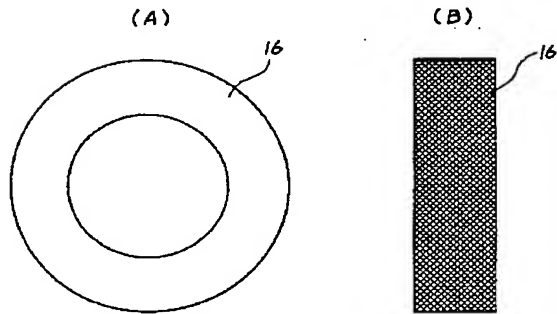
【図9】



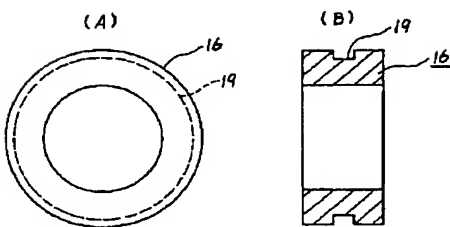
【図10】



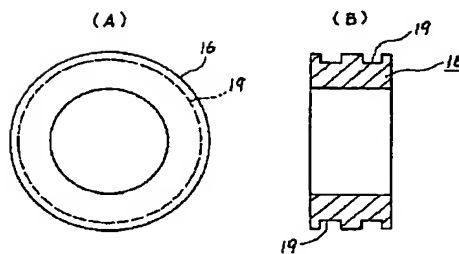
【図8】



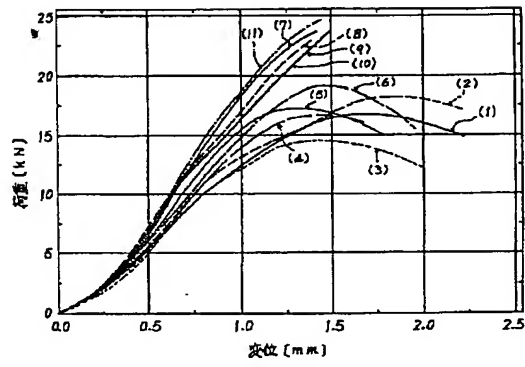
【図11】



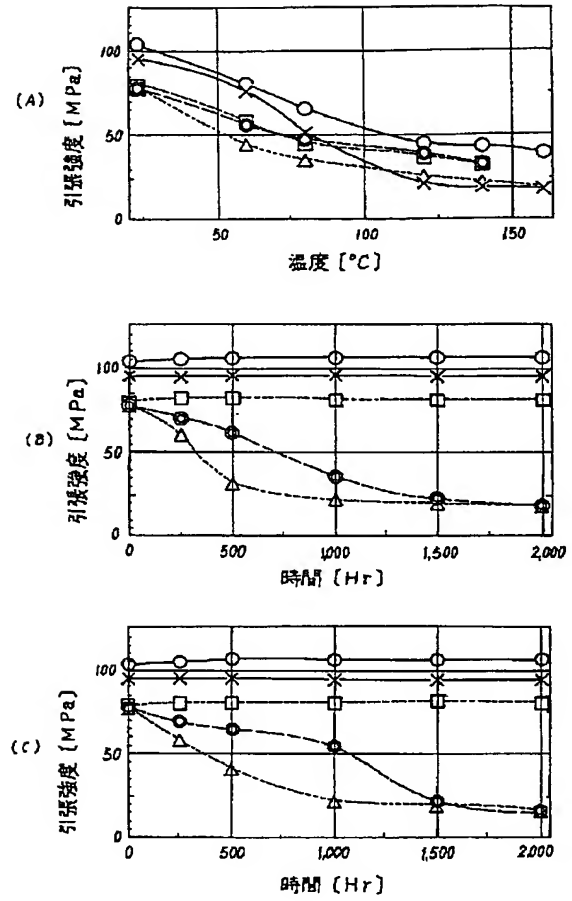
【図12】



【図 13】



【図 14】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 2 部門第 3 区分

【発行日】平成 13 年 7 月 3 日 (2001. 7. 3)

【公開番号】特開平 7-60556

【公開日】平成 7 年 3 月 7 日 (1995. 3. 7)

【年通号数】公開特許公報 7-606

【出願番号】特願平 5-235861

【国際特許分類第 7 版】

B23P 11/00

15/14

【F I】

B23P 11/00

15/14

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 8 月 28 日 (2000. 8. 2

8)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 2】

